

# Efeitos do treino de marcha com assistência robótica em pacientes pós - acidente vascular encefálico

## *Effects of robot-assisted gait training in stroke patients*

Juliana Morales Ronchi<sup>1</sup>, Pedro Cláudio Gonsales de Castro<sup>2</sup>, Maria Cecília dos Santos Moreira<sup>3</sup>

### RESUMO

Pacientes acometidos por acidente vascular encefálico (AVE) apresentam déficit significativo de marcha em decorrência da complexidade de suas deficiências. O treino de marcha com assistência robótica (TMR), além de diminuir a carga física imposta sobre o terapeuta, garante um ambiente simplificado e seguro para o treino de marcha, no qual padrões simétricos e constantes de movimentos de membros inferiores podem ser desenvolvidos e em maiores velocidades, além de permitir uma terapia com maior tempo de duração. Apesar do uso crescente deste equipamento em reabilitação pouco se sabe sobre os efeitos promovidos na reabilitação da marcha pós-AVE, assim como os protocolos de intervenção empregados para se alcançá-los. **Objetivo:** Avaliar as evidências atuais quanto à eficácia do TMR em indivíduos pós-AVE, com ênfase no desempenho da marcha. **Método:** Para isso, foi realizado um levantamento literário dos estudos publicados nos últimos 10 anos (2003-2013) com os termos “stroke” and “gait” and “robotics” nas bases de dados PubMed, MedLine e LILACS. **Resultados:** Foram selecionados 5 estudos que preencheram os critérios de inclusão, entre eles o de utilizar o dispositivo robótico Lokomat (Hocoma, Volketswil) para o treino de marcha em pacientes pós-AVE. A análise dos resultados obtidos em cada estudo considerou os ganhos promovidos nos parâmetros lineares da marcha (velocidade e distância percorrida) pela terapia robótica em comparação à terapia convencional. **Conclusão:** Os dados sugerem que o emprego da terapia robótica na reabilitação da marcha do paciente pós-AVE não produz ganhos adicionais aos obtidos com a terapia convencional.

**Palavras-chave:** Acidente Vascular Cerebral, Marcha, Robótica, Reabilitação

### ABSTRACT

Stroke patients present significant gait deficits due to the complexity of their disabilities. Robot-assisted gait training (RGT), in addition to reducing the therapist's physical overload, ensures a simpler and safer environment for gait training, in which symmetrical and constant movement patterns of the lower limbs can be developed at higher speeds, and allows for a longer therapy session. Despite an increasing use of this equipment in rehabilitation, there is a lack of knowledge about the effects that can be promoted in paretic gait, as well as the training protocols applied to achieve them. **Objective:** Thus, this study aimed to assess the current evidence for efficacy of RGT in post-stroke individuals, with emphasis on gait performance. **Method:** For this, a survey of studies published in the last 10 years (2003-2013) with the terms “stroke” and “gait” and “robotics” was conducted in the PubMed, MedLine and LILACS databases. **Results:** Five studies were selected that met the inclusion criteria, including using the Lokomat robotic device (Hocoma, Volketswil) for gait training in post-stroke patients. The results obtained for each study considered the gains in linear gait parameters (speed and distance traveled) promoted by robotic therapy compared to conventional therapy. **Conclusion:** The data suggest that the use of robotic therapy in gait rehabilitation of post-stroke patients does not produce any more gains than those obtained with conventional therapy.

**Keywords:** Stroke, Gait, Robotics, Rehabilitation

<sup>1</sup> Fisioterapeuta, Aprimoramento em reabilitação do portador de deficiência física e incapacitante, Instituto de Medicina Física e Reabilitação HCFMUSP.

<sup>2</sup> Fisioterapeuta, Instituto de Medicina Física e Reabilitação HCFMUSP.

<sup>3</sup> Fisioterapeuta, Diretora do Serviço de Fisioterapia, Instituto de Medicina Física e Reabilitação HCFMUSP.

Endereço para correspondência:  
Instituto de Medicina Física e Reabilitação Hospital das Clínicas FMUSP  
Pedro Cláudio Gonsales de Castro  
Rua Domíngos de Soto, 100  
São Paulo - SP  
CEP 04116-040  
E-mail: [pedro.castro@hc.fm.usp.br](mailto:pedro.castro@hc.fm.usp.br)

Recebido em 06 de Outubro de 2014.

Aceito em 06 Dezembro de 2014.

DOI: 10.5935/0104-7795.20150007

## INTRODUÇÃO

Com uma taxa de incidência entre 100 e 200 acometidos a cada 100.000 indivíduos do mundo ocidental,<sup>1</sup> o Acidente Vascular Encefálico (AVE) compromete significativamente o funcionamento motor, sendo a alteração da marcha um preditor das incapacidades na realização das atividades funcionais de vida diária.<sup>2</sup>

Apesar da relevância da reabilitação da marcha para se alcançar maior independência nas atividades de vida diária,<sup>2</sup> o treino de marcha em si muitas vezes não é possível em pacientes com AVE gravemente acometidos em decorrência da complexidade de suas deficiências, evidenciando a necessidade de um ambiente simplificado e seguro para esse tipo de treino.<sup>3</sup>

O treino de marcha em esteira (TE) com suporte parcial de peso corporal (SPC) e assistência manual tem sido foco de estudo das últimas décadas por se apresentar como uma técnica que, ao facilitar o controle de tronco e pernas, favorece o treino de marcha em pacientes pós - AVE.<sup>4,5</sup>

No entanto, uma limitação nesse tipo de treino encontra-se na demanda imposta sobre o fisioterapeuta para o controle e direcionamento dos movimentos dos membros inferiores. A assistência manual oferecida varia de terapeuta para terapeuta, tornando-a uma variável não quantitativa, assim como o controle e ajustes motores requeridos do paciente.<sup>5,6</sup>

Para solucionar as limitações do TE com SPC, sistemas de locomoção automatizados tem sido desenvolvidos para facilitar e otimizar o treino de marcha, substituindo a assistência manual por dispositivos robóticos.<sup>4,5</sup> Além de diminuir a carga física imposta sobre o terapeuta, o treino de marcha com assistência robótica (TMR) garante um ambiente simplificado e seguro para o treino de marcha, no qual padrões simétricos e constantes de movimentos de membros inferiores podem ser desenvolvidos em maiores velocidades, além de permitir uma terapia com maior tempo de duração.<sup>2,3,4</sup>

O primeiro dispositivo robótico para o treino de marcha foi desenvolvido na Suíça e é comercializado há vários anos com o nome de Lokomat® (Hocoma, Volketswil).<sup>3,5</sup>

O Lokomat®, foi desenvolvido para automatizar o treinamento e, assim reduzir os esforços do fisioterapeuta, é composto por uma esteira, uma órtese de marcha robotizada, um sistema de suspensão para fornecer suporte do peso corporal, e um computador para a adaptação individual de marcha dentro

dos limites de segurança predefinidos.<sup>7</sup> Esse dispositivo, por ser ajustável em força motriz, SPC e velocidade, permite que mesmo os pacientes com maiores incapacidades possam ser treinados de acordo com seus limites.<sup>5</sup>

O Lokomat® combina novas tecnologias com as reconhecidas vantagens do TE, como por exemplo, carga ideal,<sup>8</sup> estímulos sensoriais adequados,<sup>9</sup> extensão quadril ideal,<sup>10</sup> coordenação entre os membros inferiores,<sup>11</sup> movimentos de locomoção durante tarefas específicas,<sup>12</sup> e início precoce e sessões de treino prolongado.<sup>13</sup> O progresso do treino parte do simples para o complexo, do fácil ao difícil, seguindo os princípios da aprendizagem motora e oferece os aspectos básicos estabelecidos para o treino de locomoção como a especificidade da tarefa, o número de repetições e a intensidade do treino.<sup>5</sup>

Apesar do uso crescente deste equipamento na reabilitação da marcha em indivíduos pós-AVE pouco se sabe sobre os efeitos promovidos na marcha do paciente e a viabilidade da utilização deste equipamento no processo reabilitação.

## OBJETIVO

Avaliar as evidências atuais quanto à eficácia da marcha robótica com SPC em indivíduos com acidente vascular encefálico, com ênfase no desempenho da marcha, buscando correlacionar os possíveis benefícios deste tipo de treino com a viabilidade de aquisição e uso do dispositivo robótico.

## METODO

Foi realizado um levantamento literário nas bases de dados PubMed, LILACS e MedLine referentes às publicações de estudos clínicos controlados randomizados (ECCR) dos últimos dez anos (2003 - 2013), utilizando-se a relação entre as palavras chaves "*stroke*" AND "*gait*" AND "*robotics*".

Foram incluídos os ECCR publicados em língua inglesa, com participantes de qualquer sexo e idade com AVE; hemiparesia à direita ou esquerda, independentemente da duração da doença (aguda ou crônica) ou nível de habilidade de marcha, nos quais o treino locomotor por meio da órtese robótica de marcha Lokomat® foi utilizado e/ou comparado à outra terapia empregada com o objetivo de melhorar a função da marcha após AVE.

Foram excluídos estudos que não eram ECCR; revisões bibliográficas, estudos de caso e estudos que apesar de utilizarem o Lokomat® para o treino de marcha robotizada, o faziam com pacientes com outras patologias que não AVE ou então a variável analisada era outra que não o desempenho na função da marcha.

As variáveis analisadas foram relacionadas aos parâmetros lineares da marcha, com o objetivo de acessar alterações no desempenho da marcha dos pacientes pré e pós-treino de marcha, assim como diferenças alcançadas entre treino robotizado e demais terapias.

Assim, foram considerados testes que avaliaram a velocidade da marcha e distância percorrida como variáveis primárias, por terem sido descritos em todos os trabalhos avaliados, cadência, comprimento do passo e duração de fase de apoio como variáveis secundárias, por não terem sido citados em todos os trabalhos. Os artigos selecionados foram avaliados e classificados segundo a Escala de Jadad et al.<sup>14</sup>

A escala de 5 itens desenvolvido por Jadad et al.<sup>14</sup> é a única escala conhecida que foi elaborada com técnicas de desenvolvimento de escala padrão. Embora a escala tenha sido desenvolvida e validada para avaliar a qualidade dos relatórios de alívio da dor, ela tem sido amplamente utilizada em outras áreas clínicas, por se apresentar eficiente.

A escala apresenta itens cujas perguntas elucidam respostas "sim" ou "não". Os pontos atribuídos aos itens 1 e 2 depende da qualidade da descrição dos métodos utilizados para gerar a sequência de randomização e/ou sobre o qualidade da descrição do método de duplo-cego. Se o estudo é descrito como randomizado e/ou duplo-cego, mas não descreve os métodos utilizados para gerar a sequência de randomização ou as condições de cegamento, um ponto foi concedido em cada caso. Se o método utilizado para gerar a sequência de randomização e/ou duplo-cego é descrito, um ponto adicional é dada a cada item, se o método foi adequado. Um método para gerar sequências de randomização foi considerado como adequado quando permitiu a cada participante do estudo ter a mesma chance de receber cada intervenção, e se os investigadores não pudessem prever qual seria a próxima intervenção. O duplo-cego era considerado apropriado se foi declarado ou implícito que nem a pessoa que faz a avaliação nem o participante do estudo conseguiu identificar a intervenção que está sendo avaliada. Por outro lado, se o método para gerar a sequência

de randomização e/ou cegamento foi descrito, mas não foi adequado, é concedido zero pontos para o item. O terceiro item, perdas e desistências, recebem zero ponto para a resposta negativa e um ponto para a resposta positiva. Para uma resposta positiva, o número de perdas e desistências e as razões devem de ser indicados em cada um dos grupos de comparação. Se não houver perdas, isso deve ser indicado no relatório.<sup>14</sup>

A classificação pela Escala de Jadad et al.<sup>14</sup> dos estudos selecionados para este trabalho teve como objetivo evidenciar o nível da qualidade dos trabalhos realizados sobre o tema avaliado, e não fez parte dos critérios de inclusão/exclusão para este trabalho.

## RESULTADOS

O Quadro 1 apresenta um resumo do número de artigos encontrados nas bases de dados selecionadas.

A busca realizada na base de dados "PubMed" pelos descritores "*stroke*" AND "*gait*" AND "*robotics*" resultou em 49 artigos. Entre esses, 9 eram revisões sistemáticas, 30 utilizaram dispositivos robóticos de diferentes marcas para treino de marcha para análise dos ganhos na marcha ou outras variáveis, e apenas 10 utilizaram o Lokomat® em seu estudo.

Entre os estudos que fizeram uso do Lokomat®, 4 avaliaram variáveis relacionadas ao desempenho na marcha, 4 avaliaram variáveis não relacionadas ao desempenho na marcha (como, por exemplo, ativação muscular, influência de fatores cognitivos e da associação da realidade virtual), e 2 eram estudos pilotos que avaliaram variáveis relacionadas ao desempenho na marcha, sendo 1 composto por indivíduos pós - AVE e o outro composto por indivíduos pós - AVE e pós - lesão medular.

Assim, foram selecionados para essa revisão os estudos que avaliaram variáveis relacionadas ao desempenho na marcha e o estudo piloto que era composto exclusivamente por indivíduos pós - AVE (Quadro 2).

A busca na base de dados "MedLine" pelos descritores "*stroke*" AND "*gait*" AND "*robotics*" resultou em 47 artigos. Esses 47 artigos já estavam contidos nos 49 previamente encontrados na busca na base "PubMed", portanto tratavam-se de artigos duplicados. Dessa forma, dos 47 artigos encontrados na base "MedLine" nenhum foi selecionado, pois os que cumpriam nosso critério de inclusão já haviam sido previamente inseridos na nossa revisão. Por fim, a busca na base de

dados "LILACS" pelos dos descritores "*acidente vascular encefálico*" AND "*marcha*" AND "*robótica*" não apresentou resultado.

Seguindo a determinação para a pontuação de cada item avaliado, segue abaixo a classificação final de cada estudo selecionado para essa revisão.

Os estudos avaliados empregaram em seus protocolos de intervenção o treino de marcha robótica através do Lokomat® (TMR) em comparação ou a terapia convencional (TC) ou ao treino de marcha convencional (TM) (Quadro 3).

Husemann et al.<sup>3</sup> compararam o efeito sobre a marcha do TMR ao da TC em pacientes pós-AVE na fase aguda da lesão (28 dias à 6 meses). O número de pacientes que completaram o estudo foi 28. Após serem alocados entre os dois grupos, TC ou TMR, os pacientes recebiam 20 sessões de atendimento de acordo com o grupo a que pertencia. Os pacientes da TC receberam 30 minutos de fisioterapia convencional diária, com foco na reabilitação da marcha. Foram trabalhados a estabilidade e simetria do tronco, iniciação *destep* (degrau), e suporte de peso sobre a perna parética. Em cada sessão, o paciente caminhou alguns passos com a ajuda de terapeutas. Os pacientes realizaram o treino em esteira com a ajuda de um ou dois terapeutas.

Os pacientes da TMR receberam sessões diárias de 60 minutos, sendo 30 minutos de treino efetivo. Inicialmente o suporte oferecido era 30% do peso corporal, com a velocidade sendo definida pela máxima tolerada pelo paciente, e, conforme ele suportasse, o suporte de peso era reduzido. Os terapeutas motivavam os pacientes para realizarem ativamente os movimentos de pernas. Após finalizarem as 20 sessões, ambos os grupos receberam mais 20 sessões adicionais de terapia convencional, realizando um total de 40 atendimentos. Através do teste de caminhada dos 10 metros não pode ser observada diferença significativa entre os grupos em relação à velocidade da marcha desempenhada pelos pacientes. Já em relação à permanência sobre o membro parético, o grupo TMR apresentou aumento no tempo de suporte enquanto o grupo TC não apresentou mudança. Em relação à velocidade, o TMR através do Lokomat® pode ser comparado ao resultado obtido ao da TC.

Mayr et al.<sup>5</sup> empregaram um protocolo misto de TC e TMR à 16 pacientes pós-AVE com tempo de lesão entre 1 e 10 meses. Os pacientes foram randomizados entre os dois grupos, receberam atendimentos 5 vezes por semana com duração de 45 minutos cada, durante 9 semanas, realizando um total de

45 atendimentos. Cada grupo era dividido em 3 fases com duração de 3 semanas cada fase. A divisão do grupo experimental seguia a seguinte ordem: fase I (TMR); fase II (TC); fase III (TMR). Já na divisão do grupo controle cada fase tinha a seguinte representação fase I (TC); fase II (TMR); fase III (TC). A TMR inicialmente oferecia 40% de suporte de peso corporal, que era gradualmente reduzido à 0, tempo de duração progressivamente aumentado até um máximo de 30 minutos, velocidade de marcha inicial de 0,28 m/s gradualmente elevada até o máximo de 0,83 m/s, força guia na perna parética gradualmente reduzida de 100% para 15%. A TC era composta através dos conceitos neurofisiológicos, como Bobath e técnica de Perfetti, e por treino de marcha em solo. No grupo experimental houve aumento na distância percorrida no teste de caminhada dos 6 minutos na fase III (TMR), a velocidade da marcha, medida pelo teste de caminhada dos 10 metros, melhorou nas 3 fases, sendo mais significativos os ganhos das fases I e III (TMR), e não apresentou ganhos significativos durante a fase II (TC) em nenhuma variável analisada. O grupo controle apresentou aumento na distância percorrida no teste de caminhada dos 6 minutos nas fases I (TC) e II (TMR) e aumento na velocidade da marcha na fase III (TC), porém sem aumento significativo entre o início e o fim do protocolo de tratamento.

Hornby et al.<sup>6</sup> compararam os ganhos obtidos através do TM aos promovidos pelo TMR em indivíduos pós-AVE com disfunção na marcha de moderada a grave. Os 48 pacientes que completaram a amostra realizaram 12 sessões de 30 minutos cada de TM ou TMR. Em ambos os grupos entre 30% a 40% de SPC foi oferecido na primeira sessão, com decréscimos de 10% nas sessões seguintes, conforme o tolerado pelo paciente; a velocidade inicial era de 2 km/h com acréscimos de 0,5 km/h a cada 10 minutos até que se atingisse 3 km/h; era realizado *feedback* visual através de espelho e comando verbal para estimular o movimento ativo do membro parético. Os pacientes do grupo TMR receberam assistência tanto na fase de balanço quanto na fase de apoio, enquanto os do grupo TM receberam assistência manual do terapeuta apenas quando necessário. Os parâmetros da marcha foram avaliados através do uso do equipamento Gait Mat II e do teste de caminhada dos 6 minutos. Observou-se aumento tanto na velocidade da marcha, sendo esse ganho mais significativo em indivíduos com grau de acometimento locomotor moderado do que nos severamente acometidos, quanto no tempo de apoio sobre o membro

**Quadro 1.** Levantamento bibliográfico

	PubMed	MedLine	LILACS	Total
Resultados	49	47	0	96
Selecionados	5	0	0	5
Excluídos	44	47	0	91

**Quadro 2.** Classificação dos artigos selecionados segundo a Escala Jadad

Estudo	Jadad
Husemann et al. <sup>3</sup>	5
Hidler et al. <sup>4</sup>	2
Mayr et al. <sup>5</sup>	4
Hornby et al. <sup>6</sup>	3
Lewek et al. <sup>15</sup>	3

**Quadro 3.** Comparação dos resultados apresentados em cada estudo

Estudo	Protocolo	Resultado
Husemann et al. <sup>3</sup> Agudo n: 28	TC x TMR 4 sem + 4 sem 5 sessões/sem	Sem diferença significativa entre os grupos em relação à vel. de marcha; Aumento do tempo de permanência sobre o MI parético no grupo TMR.
Hidler et al. <sup>4</sup> Agudo n: 63	TC x TMR 24 sessões 3 sessões/sem	Ganhos na vel. de marcha e distância percorrida mais significativos no grupo TC. (TMC 64% > TMR)
Mayr et al. <sup>5</sup> Agudo e Crônico n: 16	Misto TC e TMR 9 semanas 5 sessões/sem	Ambos os grupos apresentaram ganhos na vel. de marcha e distância percorrida mais expressivos na fase TMR, sendo os ganhos mais significativos no grupo com predomínio dessa fase.
Hornby et al. <sup>6</sup> n: 48	TM x TMR 12 sessões	Ganhos na vel. de marcha e tempo de permanência sobre o MI parético mais significativos no grupo TMC.
Lewek et al. <sup>15</sup> Crônico n: 19	TM x TMR 12 sessões 3 sessões/sem	Ganhos na vel. de marcha mais significativos no grupo TMC.

parético durante a marcha na maior velocidade tolerada pelo paciente após o TM.

Hidler et al.<sup>4</sup> compararam os efeitos do TC aos do TMR no pós-AVE agudo (menos de 6 meses de lesão). Os 63 pacientes que concluíram o estudo realizaram ao todo 24 sessões, distribuídas em 3 atendimentos semanais com duração 1h30 min, sendo 45 minutos de intervenção. Os pacientes foram divididos em 2 grupos: TC ou TMR. A TC era estruturada de acordo com o nível funcional de cada indivíduo e composta por treino de equilíbrio estático e dinâmico, correção postural, ganho de amplitude de movimento de membros superiores e inferiores e treino de marcha em solo. O TMR era realizado através do Lokomat®, sendo que na primeira sessão era empregado 40% SPC e velocidade de 1,5 km/h (0,42 m/s), e nas sessões seguintes a SPC era ajustada de forma que o paciente conseguisse caminhar a uma velocidade 1,5 km/h realizando extensão de joelho adequada na fase de apoio. Quando o nível adequado SPC era definido, acréscimos na velocidade começavam a ser feitos até que o paciente atingisse a velocidade máxima de 3 km/h, e então a SPC

começava a ser diminuída de 5% a 10% a cada sessão. A velocidade da marcha, acessada pelo Gait Rite ou Gait Mat II, apresentou aumento em ambos os grupos, sendo os ganhos mais significativos no grupo que recebeu terapia convencional. A distância percorrida no teste de caminhada dos 6 minutos apresentou o mesmo resultado observado em relação à velocidade. Os ganhos obtidos com a TC foram 64% maiores do que os obtidos com o TMR.

Lewek et al.<sup>15</sup> também compararam o TM ao TMR no pós-AVE, porém em seu estudo os pacientes selecionados foram aqueles na fase crônica da lesão (mais de 6 meses). Os 19 pacientes que concluíram esse estudo receberam 12 sessões de atendimento, realizados 3 vezes por semana. Em ambos os grupos a velocidade era gradativamente elevada até que se atingisse 3 km/h e a SPC inicial de 40% era reduzida conforme o tolerado pelo paciente. Através do registro por vídeo do teste de caminhada dos 10 metros a velocidade da marcha foi calculada a partir de parâmetros cinemáticos obtidos pelo OrthoTrak, e apresentou um aumento significativo no grupo TMC.

## DISCUSSÃO

Poucos estudos relacionados aos resultados obtidos através do treino de marcha robótica foram encontrados, o que nos permite concluir que apesar dos crescentes investimentos para desenvolvimento de novas tecnologias, o que garante equipamentos com valores competitivos e acessíveis a diferentes públicos, pouco se sabe sobre a aplicabilidade desses recursos.

Embora o Lokomat® seja o primeiro dispositivo robótico para o treino de marcha, pode ser constatada a falta de estudos que avaliem os efeitos do treino de marcha através de seu uso sobre os parâmetros avaliados nesse estudo. Uma busca referente aos últimos 10 anos, resultou em apenas 5 artigos que avaliaram os efeitos do Lokomat® no desempenho da marcha. Outros artigos empregaram o Lokomat® para treino de marcha, porém as variáveis analisadas eram outras não relacionadas aos parâmetros da marcha.

Através da Escala de Jadad et al.<sup>14</sup> para classificação da qualidade do estudo, constatamos que apesar de poucos, os estudos encontrados são artigos com pontuações relevantes. Sendo a pontuação máxima da escala 5, sendo as pontuações ≥ 3 consideradas como “boa” e ≤ 3 como “má”, obtivemos 4 pontuações acima de 3 e apenas 1 abaixo.

Dos cinco estudos selecionados para este trabalho, dois compararam o TMR à TC e três compararam à TM.

Em relação a variável primária escolhida para análise, a velocidade da marcha, foi levantado que Husemann et al.<sup>3</sup> empregaram um design mais convencional, distribuindo seus pacientes entre grupo TC e grupo TMR, chegando a um resultado onde os ganhos da TMR e TC são semelhantes, Mayr et al.<sup>5</sup> observaram maiores ganhos relacionados à TMR utilizando uma configuração diferenciada, onde ambos os grupos receberam tanto TC quanto TMR, porém com predomínio de uma delas em cada grupo.

Dessa forma, pode-se afirmar que o resultado encontrado por Husemann et al.<sup>3</sup> refere-se exclusivamente a análise dos dados puros, da TC ou da TMR, enquanto que no resultado obtido por Mayr et al.<sup>5</sup> não pode ser totalmente isolada a ação de cada terapia proposta em relação ao resultado promovido na velocidade da marcha dos pacientes.

Embora o resultado de Husemann et al.<sup>3</sup> onde TMR e TC são igualmente eficazes em promover a velocidade de marcha dos pacientes pós-AVE agudo possam ser mais confiáveis, Mayr et al.<sup>5</sup> traz uma observação importante,



que pode vir a ser um modo de orientar a proposta da terapia robótica. Pelo modelo de protocolo empregado observaram maiores benefícios nos pacientes que iniciaram com a Lokomat®, sugerindo que o início do processo de reaprendizagem motora através do TMR pode assistir o paciente de maneira mais eficaz para alcançar a coordenação motora grossa e assim desenvolver uma base para uma terapia convencional mais individualizada e variada posteriormente.

Os outros três estudos compararam o TMR ao TM, sendo que Hornby et al.<sup>6</sup> observou seus efeitos em pacientes agudos e Hidler et al.<sup>4</sup> e Lewek et al.<sup>15</sup> em pacientes crônicos. A partir de protocolos semelhantes os três estudos observaram maiores ganhos em relação à velocidade na marcha dos pacientes através da terapia assistida por terapeuta.

Como variável secundária foi selecionada uma das características da marcha hemiparética, a redução da fase de apoio unipodal sobre o membro inferior acometido.

No estudo de Husemann et al.<sup>3</sup> observou-se que quando comparado à TC, o TMR foi superior em promover um padrão de marcha mais simétrico ao aumentar o tempo de permanência sobre a perna parética em pacientes agudos.

O treino locomotor na Lokomat® pode otimizar alguns ganhos em relação à falta de equilíbrio, fraqueza, mau alinhamento corporal, instabilidade articular, hipertonia, alterações na percepção do corpo, que são particularmente difíceis de serem trabalhados pela fisioterapia convencional nas fases iniciais da recuperação do AVE. A facilitação do trabalho através do Lokomat® ocorre por meio da SPC, da estabilização da pelve e tronco, do impedimento da flexão de joelho e por meio da execução automatizada de um padrão de marcha mais fisiológico, sob controle espaço-temporal.

Já a comparação entre o TMR e o TMC, realizada por Hornby et al.<sup>6</sup> demonstrou que o tempo de sustentação de peso sobre a perna parética em pacientes crônicos teve aumento mais significativo através da assistência manual do que o promovido pela assistência robótica.

Oferecer padrões de marcha simétricos através da TMR não promoveu ganhos na fase de apoio unipodal, enquanto as mudanças observadas no TMC foram substanciais. Essa diferença pode ser atribuída à maior variabilidade e não constrição das trajetórias para aumentar a detecção de erros durante o curso da assistência do terapeuta.

## CONCLUSÃO

A partir dessa revisão, pode ser evidenciada a necessidade de estudos que demonstrem com maior precisão os resultados que podem ser alcançados na reabilitação do paciente através do treino de marcha com um dispositivo robótico.

Ter em mãos dados que justifiquem o momento mais adequado da reabilitação em que se deve optar por esse tipo de treino possibilita um direcionamento terapêutico, através do qual o tempo e o resultado desse processo são otimizados.

Assim, a partir dos dados levantados, através dos quais pode ser observado que resultados positivos foram alcançados em relação à transferência de peso sobre membro parético e simetria corporal através do treino de marcha através do Lokomat®, sugere-se que o momento mais adequado a se optar por essa terapia seria na fase inicial do processo terapêutico, quando poderão ser trabalhadas as deficiências da fase inicial do paciente de forma segura e de modo a prepará-lo para a terapia convencional e ao treino de marcha convencional, que se mostrou superior na reabilitação da marcha.

Promover melhora na simetria corporal, equilíbrio e controle motor em um momento inicial do tratamento, momento esse que exige uma demanda física elevada do terapeuta pela pouca participação do paciente, diminuirá essa sobrecarga física do profissional, e permitirá que em um momento posterior da terapia, com a melhora do quadro motor do paciente, o terapeuta atue nos ajustes mais finos da função motora global e da marcha.

Essa nova abordagem, visa promover a otimização do tempo em que o paciente permanece em um programa de reabilitação, buscando explorar ao máximo o tempo pós-lesão em que as possibilidades de recuperação são maiores, além de diminuir a sobrecarga sobre o profissional e direcionar sua atuação de maneira mais eficaz.

## REFERÊNCIAS

1. Koenig A, Omlin X, Bergmann J, Zimmerli L, Bolliger M, Müller F, et al. Controlling patient participation during robot-assisted gait training. *J Neuroeng Rehabil.* 2011;8:14. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1743-0003-8-14>

2. Coenen P, van Werven G, van Nunen MP, Van Dieën JH, Gerrits KH, Janssen TW. Robot-assisted walking vs overground walking in stroke patients: an evaluation of muscle activity. *J Rehabil Med.* 2012;44(4):331-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.2340/16501977-0954>
3. Husemann B, Müller F, Krewer C, Heller S, Koenig E. Effects of locomotion training with assistance of a robot-driven gait orthosis in hemiparetic patients after stroke: a randomized controlled pilot study. *Stroke.* 2007;38(2):349-54. DOI: <http://dx.doi.org/10.1161/01.STR.0000254607.48765.cb>
4. Hidler J, Nichols D, Pelliccio M, Brady K, Campbell DD, Kahn JH, et al. Multicenter randomized clinical trial evaluating the effectiveness of the Lokomat in subacute stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2009;23(1):5-13. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1545968308326632>
5. Mayr A, Kofler M, Quirbach E, Matzack H, Fröhlich K, Saltuari L. Prospective, blinded, randomized crossover study of gait rehabilitation in stroke patients using the Lokomat gait orthosis. *Neurorehabil Neural Repair.* 2007;21(4):307-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1545968307300697>
6. Hornby TG, Campbell DD, Kahn JH, Demott T, Moore JL, Roth HR. Enhanced gait-related improvements after therapist - versus robotic-assisted locomotor training in subjects with chronic stroke: a randomized controlled study. *Stroke.* 2008;39(6):1786-92. DOI: <http://dx.doi.org/10.1161/STROKEAHA.107.504779>
7. Colombo G. The "Lokomat" - a driven ambulatory orthosis. *Med Orth Tech.* 2000;6:178-81.
8. Duysens J, Clarac F, Cruse H. Load-regulating mechanisms in gait and posture: comparative aspects. *Physiol Rev.* 2000;80(1):83-133.
9. Van de Crommert HW, Mulder T, Duysens J. Neural control of locomotion: sensory control of the central pattern generator and its relation to treadmill training. *Gait Posture.* 1998;7(3):251-263. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6362\(98\)00010-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6362(98)00010-1)
10. Wernig A, Müller S. Laufband locomotion with body weight support improved walking in persons with severe spinal cord injuries. *Paraplegia.* 1992;30(4):229-38. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/sc.1992.61>
11. Thelen E, Ulrich BD, Niles D. Bilateral coordination in human infants: stepping on a split-belt treadmill. *J Exp Psychol Hum Percept Perform.* 1987;13(3):405-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/0096-1523.13.3.405>
12. Hesse S, Werner C, Bardeleben A, Barbeau H. Body weight-supported treadmill training after stroke. *Curr Atheroscler Rep.* 2001;3(4):287-94. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11883-001-0021-z>
13. Jackson D, Thornton H, Turner-Stokes L. Can young severely disabled stroke patients regain the ability to walk independently more than three months post stroke? *Clin Rehabil.* 2000;14(5):538-47.
14. Jadad AR, Moore RA, Carroll D, Jenkinson C, Reynolds DJ, Gavaghan DJ, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Control Clin Trials.* 1996;17(1):1-12.
15. Lewek MD, Cruz TH, Moore JL, Roth HR, Dhaher YY, Hornby TG. Allowing intralimb kinematic variability during locomotor training poststroke improves kinematic consistency: a subgroup analysis from a randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2009;89(8):829-39. DOI: <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20080180>